

(відстійниках). Кількість цього осаду складає 0,01% від первісної кількості осаду.

4. Економічна ефективність від впровадження в проект реконструкції каналізаційних очисних споруд м.Єнакієве розробленого методу вилучення важких металів складає 1398,5 тис. грн.

1.Яковлев С.В., Воронов Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод. – М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2004. – 702 с.

2.Пантелей Г.С., Котюк Ф.А. Количественная и качественная характеристики осадков городских сточных вод // Науковий вісник будівництва. Вип.24. – Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2003. – С.85-90.

3.Котюк Ф. А. Технология удаления тяжелых металлов из осадков городских сточных вод // Науковий вісник будівництва. Вип.32. – Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2005. – С.104-108.

4.Котюк Ф. А. Применение коагулянтов, флокулянтов и их композиций для интенсификации процесса обезвоживания осадков городских сточных вод // Вестник Белгородского гос. техн. универ. Вип.8. Ч.4. – Белгород: БГТУ им. В.Г.Шухова, 2004. – С.45-48.

Получено 03.11.2006

УДК 628.1 : 004.432.45

В.О.ОРЛОВ, д-р техн. наук, В.О.ЗОЩУК

Національний університет водного господарства та природокористування, м.Рівне

ПРОЕКТУВАННЯ ОСНОВНИХ СПОРУД ВОДОПІДГОТОВКИ З ВИКОРИСТАННЯМ ЕОМ

Розроблені анімаційні та імітаційні схеми основних споруд водопідготовки та програми для розрахунку основних конструктивних елементів цих споруд.

На сучасному етапі розвитку науки і техніки є можливість моделювання різних процесів та конструктивних елементів різних конструкцій, споруд та автоматизувати процес розрахунку з обов'язковим дотриманням норм проектування [1].

Великою допомогою для проектувальників є анімаційні та імітаційні схеми споруд з наступним розрахунком основних елементів на ЕОМ. Деякі з цих питань вирішуються різними організаціями за різними програмами і не в повному обсязі.

Для вирішення задачі моделювання конструкцій основних споруд водоочищення використовували пакет програмного забезпечення 3D Max [2, 3], переваги якого наступні:

- можливість створювати різноманітні складні елементи конструкцій;
- проводити моделювання та імітацію роботи певних конструктивних елементів;

- використовувати бібліотеки із стандартними матеріалами;
- створювати відеоролики ;
- проводити візуалізацію;
- проводити відеомонтаж;
- створювати звуковий супровід.

Проте, поряд з перевагами можна відмітити й деякі недоліки при використанні цього пакету програм:

- неточність розміщення елементів, що пов'язано з тим, що при монтажі певний елемент може бути розміщений з певною деформацією;
- неточність при візуалізації, що пов'язано з неможливістю передавати точні ефекти, які б імітували природу розміщення об'єкта;
- викривлення елемента конструкції, що пов'язано із зміною кута нахилу камери, який і дає викривлення об'єкта.

Для створення програми розрахунку основних споруд нами запропоновано використовувати пакет програмного забезпечення Delphi 6 [4, 5]. Можна відмітити основні переваги цього пакету програм:

- створення програмного забезпечення для платформ Windows та Linux;
- можливість проводити розрахунки з перевіркою різних умов;
- створення власного інтерфейсу ;
- проведення експорту даних в різні текстові або графічні оболонки;
- використання баз даних.

Для кожної споруди схем прояснення та знебарвлення води розроблена окрема імітаційна технологічна схема споруди, програма розрахунку з визначенням основних розмірів споруди та анімаційне зображення конструктивних елементів споруди. В роботі розглядаються такі споруди:

- вертикальний вихровий змішувач;
- перегородковий змішувач ;
- вертикальний відстійник з водоворотною камерою утворення пластівців;
- горизонтальний відстійник з розсередженим збором проясненої води і гідравлічним видаленням осаду;
- прояснювач з шаром завислого осаду коридорного типу;
- швидкий фільтр з піщаною засипкою;
- пінополістирольний фільтр.

Розглянемо процес виконання поставленої задачі на прикладі пінополістирольного фільтра, який розроблений, досліджений та впро-

ваджений нами на різних об'єктах водопідготовки.

Імітаційна схема починається з нанесення контурів споруди. Спочатку імітуємо подачу води в трубопровід подачі вихідної води, а потім в нижню розподільну систему. Після розподільної системи вода потрапляє у фільтруючі шари, при цьому відбувається притиснення шарів до утримуючої решітки. Очищена вода після фільтруючих шарів потрапляє у надфільтровий простір, а потім – у трубопровід відведення фільтрату. Під час промивки змінюється рух води і відбувається розширення засипки. На рис.1 показані уривки з імітаційної схеми пінополістирольного фільтра.

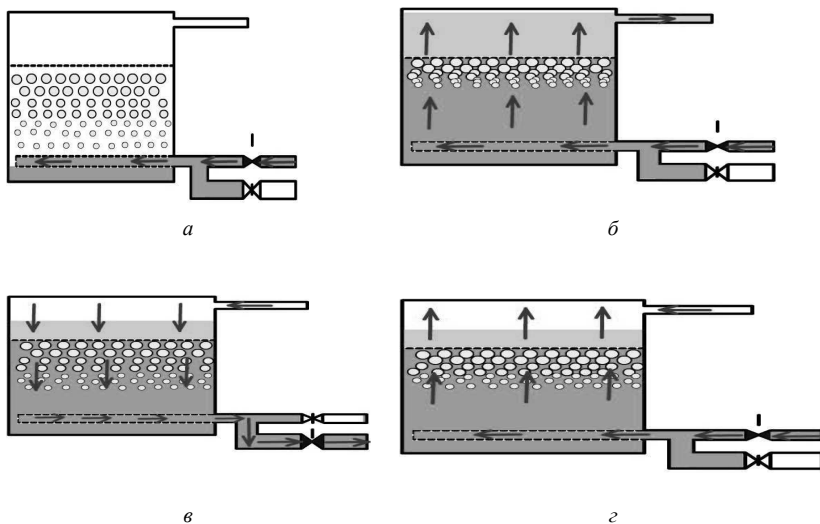


Рис.1 – Імітаційна схема пінополістирольного фільтра:

a – рух води у нижній розподільній системі; *б* – рух води в надфільтровому просторі;
в – рух води в режимі промивки; *г* – перехід з режиму промивки в режим фільтрування.

Програма розрахунку призначена для визначення наступних параметрів: загальної площі фільтрів, площі одного фільтра, сумарної площі фільтрів, кількості фільтрів, розмірів фільтра, промивних витрат води, кількості відгалужень, витрат промивної води на одне відгалуження, напору при промивці, кількості отворів на одне відгалуження, діаметрів відвідного, промивного трубопроводів, колекторів, відгалужень та перевірки фактичних швидкостей за стандартними діаметрами. До речі, це є найбільш складна задача в проведенні розрахунків, алгоритм підбору стандартного діаметру наведений на рис.2. При вводі вихідних даних передбачено автоматичну перевірку нормативних

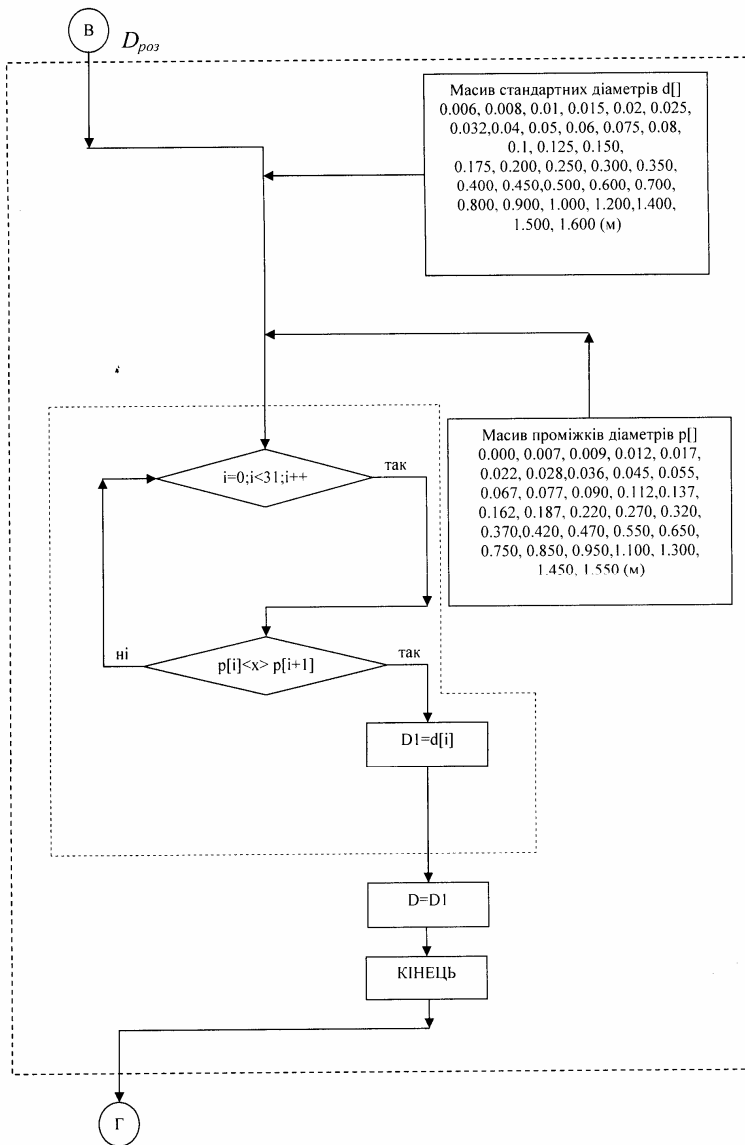


Рис.2 – Алгоритм підбору стандартного діаметра

значень параметрів, тобто якщо значення параметру виходить за допустимі межі, то програма видасть повідомлення про невірне введення значення. Для полегшення роботи з програмою в інформаційне вікно введення значень параметрів були добавлені допустимі межі.

У програмі передбачено експорт даних в табличний редактор EXCEL, в якому присутні умовні позначення для кожного параметру, та формули розрахунку (табл.1, 2).

Таблиця 1 – Вхідні дані до розрахунку пінополістирольного фільтра

Продуктивність станцій, Q	50000	м ³ /доб
Час роботи станцій, T	24	год
Швидкість фільтрування у нормальному режимі, v_{ϕ}^H	6	м/год
Кількість промивок в добу, $n_{\text{пр}}$	3	рази
Інтенсивність промивання засипки, w	10	л/(с*м ²)
Тривалість промивання, t_1	0,067	год
Тривалість простою фільтра в зв'язку із промивкою, t_2	0,17	год
Висота шару засипки, H_3	0,7	м
Висота запасу, $H_{\text{зап}}$	0,5	м
Швидкість руху води в колекторі, $V_{\text{кол}}$	1,2	м/с
Швидкість руху води у відгалуженнях, $V_{\text{від}}$	1	м/с
Діаметр отворів у відгалуженнях, $d_{\text{отв}}$	0,02	м

Таблиця 2 – Результати окремих даних по пінополістирольному фільтру

Потрібна площа фільтрів, $F_{\phi} = \frac{Q}{T v_{\phi}^H - 3,6 n_{\text{пр}} \omega t_1 - n_{\text{пр}} t_2 v_{\phi}^H}$	15,6	м ²
Напір при промивці, $H_{\text{пр}} = \left(0.5 + \frac{e}{100} \right) H_3 + 0.3$	0,96	м
Утримуюча решітка на висоті, $H_{\text{реш}} = \frac{100+e}{100} H_3 + 0.3 + D_{\text{кол}}$	1,3	м
Висота надфільтрового простору, $H_{\text{н.п.}} = \frac{t_1}{n' \cdot \omega} [3.6 \omega - v_{\phi}^H (n' \cdot \omega - 1)] + 0.2$	0,5	м
Повна висота фільтрів $H_{\phi} = H_{\text{реш}} + H_{\text{н.п.}} + H_{\text{зап}}$	2,3	м
Розрахунковий діаметр подавального трубопроводу, $D_{\text{под}} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V_{\phi}}}$	0,78	м
Стандартний діаметр в подавального трубопроводу, $D_{\text{под}}$	0,7	м
Фактична швидкість в подавального трубопроводі, $V_{\phi}' = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D_{\text{под}}^2}$	1,5	м/с

Анімаційне зображення (рис.3) елементів пінополістирольного фільтра, корпус пінополістирольного фільтра виконані за допомогою примітива П-подібного елемента, в одній із стінок зроблені отвори методом вирізування комірки. Дно фільтра виконане примітивом паралелепіпеда. Трубопроводи виконані примітивом труби. Розподільча система виконана примітивом труб із застосуванням методу вирізування комірки для влаштування отворів. Поворот труб виконаний з

застосуванням модифікатору – вигнути. Фільтруюча засипка фільтра виконана із застосуванням примітиву геосфера у вигляді базового типу восьмигранника. Сітка виконана примітивом циліндр. У торцеву стінку врізаний примітив труби методом вирізування комірки. Розріз проходить по передній стінці фільтра, тому цю стінку не видно. Для наочного зображення конструкції пінополістирольного фільтра з висхідним фільтраційним потоком нами запропоновано трисекційний фільтр, в кожній з секцій якого наведений певний елемент конструкції. В першій секції наведена повна конструкція фільтра, в другій – відсутні засипка та запірна арматура, в третій – відсутня запірна арматура.

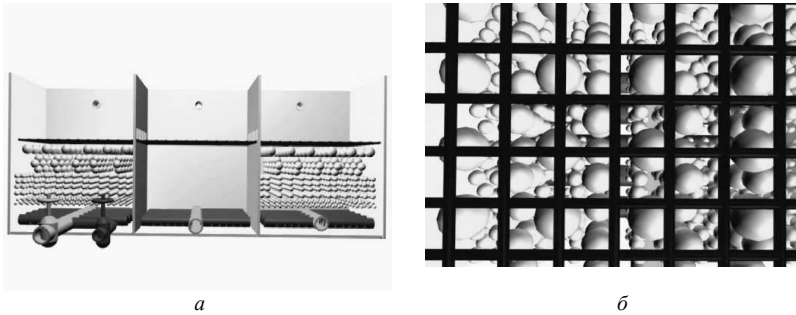


Рис.3 – Анімаційна схема пінополістирольного фільтра:
а – зовнішній вигляд фільтра; б – решітка, верхні шари пінополістирольної засипки.

В системах знезалізнення невеликої кількості води доцільно використувати розроблену в НУВГП систему гідроавтоматики, яка являє собою систему труб і сифонів для переведення фільтра з режиму фільтрування в режим промивки та навики. Елемент імітаційна схема одного пінополістирольного фільтра з гідроавтоматикою за наведеними методиками показана на рис.4.

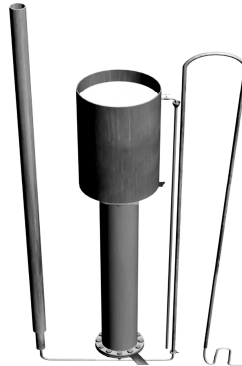


Рис. 4 – Імітаційна схема гідроавтоматичної установи для знезалізнення води з пінополістирольним фільтром та промивним сифоном з додатковим гідрозатвором з перегнутих труб

Розроблені нами анімаційні та імітаційні схеми всіх основних технологічних споруд для прояснення, знебарвлення, знезалізнення води,

а також розрахункові програми для розрахунку цих споруд на ЕОМ є важливою допомогою для проектувальників.

- 1.ВБН 46/33-2.5-5-96. Сільськогосподарське водопостачання. Зовнішні мережі і споруди. Норми проектування. – К., 1996. – 152 с.
- 2.Бордман Т. 3ds max 4: учебный курс (+CD). – СПб.: Питер, 2002. – 480 с.
- 3.Пекарев Л.Д. Самоучитель 3ds max 5. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003. – 336 с.
- 4.Гофман В.Э., Хомоненко А.Д. Delphi 6. – СПб.: БХВ-Петербург, 2002. – 1152 с.
- 5.Черняхівський В.В. Delphi 4: сучасна технологія візуального програмування. – Львів: Бак, 1999. – 196 с.

Отримано 25.09.2006

УДК 628.35

В.Б.МАНУЙЛОВА

КП «Водоканал», г.Запорожье

В.Д.НЕДОРСОЛ, канд. хим. наук, **В.И.СОКОЛЬНИК**, канд. техн. наук,

С.Л.ЧИГАНОВ

Запорожская государственная инженерная академия

ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ АЭРОТЕНКОВ ЦОС-2 г.ЗАПОРОЖЬЯ

Рассматриваются вопросы оптимизация работы аэротенка путем изменения технологических параметров работы сооружения.

В состав очистных сооружений №2 г.Запорожья входит четыре секции 2-коридорных аэротенков-вытеснителей с 50% регенерацией активного ила. Общий объем аэротенков – 34214,4 м³, соответственно с объемами зон аэрации и регенерации – 17107,2 м³. Проектная мощность очистных сооружений составляет 110 тыс. м³/сут. По данным эксплуатационных служб КП «Водоканал», в 2005 г. среднесуточный приток сточных вод на очистные сооружения составил около 54 тыс. м³, что составляет 49% от проектной мощности. При этом минимальное, среднее и максимальное значение БПК₅ на входе на очистные сооружения составляет 120,140 и 180 мгО₂/л соответственно.

В ходе эксплуатации при колебаниях расхода и концентрации загрязнений сточных вод такие же колебания претерпевает эффект очистки, если процесс не регулируется. Задачей правильной эксплуатации комплекса биохимической очистки является правильное соотношение между технологическими параметрами с целью поддержания заданного эффекта очистки при изменении исходных условий на очистных сооружениях [1].

Метод биохимической очистки сточных вод обладает большими резервами и, прежде всего, высокой степенью гибкости и разнообразием технологических схем. Использование этих преимуществ